

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Rancangan Penelitian**

Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Dalam penelitian ini, engine dilakukan perubahan pada variasi perbandingan kompresi dan putaran mesin dengan menggunakan bahan bakar ethanol e-100, kemudian akan dilihat hasilnya berupa konsumsi bahan bakar.

#### **3.2 Variabel Penelitian**

Variabel adalah obyek suatu penelitian, atau yang menjadi titik perhatian suatu penelitian (Arikunto, 2006 :118 ). Dalam penelitian ini terdapat beberapa variabel yaitu :

1. Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini yaitu perubahan rpm yang dimulai dari 800, 1500, dan 3000, serta variasi perbandingan kompresi dimulai dari 11 ; 1, 13 ; 1, 15 ; 1
2. Variabel tetap pada penelitian ini adalah konsumsi bahan bakar.

#### **3.3 Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium PUSPA IPTEK ( Pusat Pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi ) Universitas Muhammadiyah Malang.

#### **3.4 Alat Yang Digunakan Penelitian**

##### **1. Tachometer Digital**

Digunakan untuk mengukur putaran mesin. Seperti pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Tachometer digital

## 2. Buret

Digunakan untuk mengukur volume ruang bakar untuk mengetahui rasio kompresi dan juga digunakan untuk mengukur konsumsi bahan bakar pada engine E-100 selama pengujian, seperti pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Buret

## 3. Tabung Bahan Bakar

Digunakan untuk menampung bahan bakar sebelum masuk ke injektor. Tabung bahan bakar yang digunakan dalam pengujian ini terbuat dari kaca yang sudah diberi tanda garis. Dengan kapasitas 100 ml seperti pada gambar 3.3



Gambar 3.3 Tabung bahan bakar

#### 4. Stop Watch

Digunakan untuk menghitung waktu pada saat pengujian konsumsi bahan bakar. Seperti pada gambar 3.4



Gambar 3.4 Stopwatch

#### 3.5 Bahan Penelitian

1. Engine Otto Silinder 4 langkah 110 cc tahun 2015 dengan spesifikasi sebagai berikut :

Tipe Mesin : 4 langkah, *Single Over Head Cam*, 2 Katup

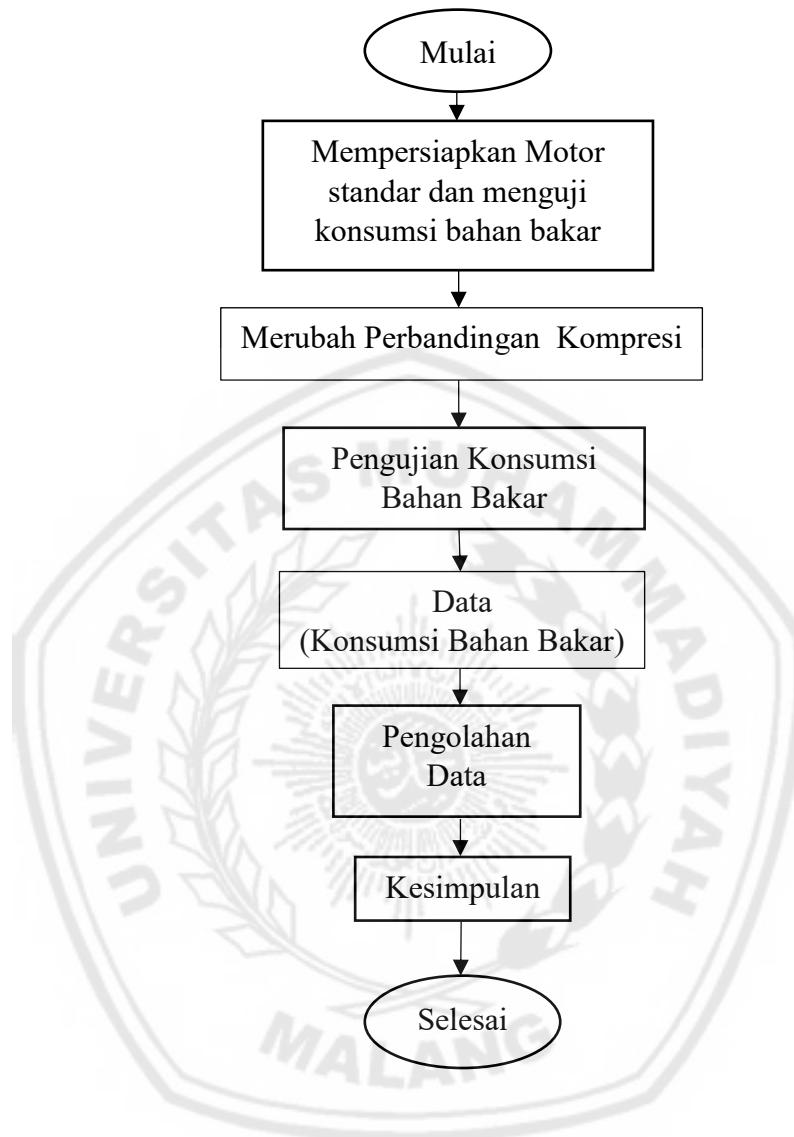
Diameter x langkah : 50 mm x 55,6 mm

Volume Silinder : 110 cc

Perbandingan Kompresi : 9,3 : 1

2. Bahan bakar jenis ethanol E-100.

### 3.6 Diagram Alir Penelitian.



Gambar 3.5 Diagram alir penelitian

### 3.7 Penjelasan Diagram Alir Penelitian

#### 1. Mempersiapkan Motor standar

Motor standar disini adalah seperti pada saat keluar dari pabrik tanpa perubahan apapun dan dalam keadaan mesin yang prima, motor akan diuji konsumsi bahan bakar yang hasilnya digunakan sebagai acuan. Berikut prosedur pengujian konsumsi bahan bakar :

1. Panaskan motor sampai kondisi kerja
2. Lepas saluran bahan bakar yang terhubung ke injektor motor seperti yang terlihat pada gambar 3.6



Gambar 3.6 Selang Bahan Bakar

3. Pasang selang yang terhubung ke tabung bahan bakar ethanol e -100 ke injektor motor seperti pada gambar 3.7

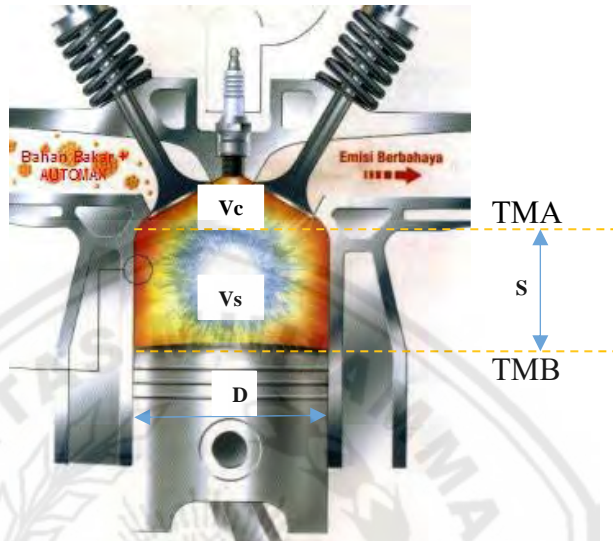


Gambar 3.7 Pemasangan Selang Bahan Bakar

4. Isi tabung bahan bakar dengan ethanol e-100
5. Hidupkan mesin

6. Hitung konsumsi bahan bakar selama 60 detik.
7. Catat hasil konsumsi bahan bakar pada tabel

## 2. Merubah Perbandingan Kompresi (PK)



Gambar 3.8 Perbandingan Kompresi

Keterangan :

$V_c$  = volume ruang bakar (cc)

$V_s$  = volume silinder (cc)

$S$  = Panjang langkah/*stroke* (mm)

$D$  = diameter silinder (mm)

Diketahui Perbandingan kompresi awal motor yaitu 9,3 : 1 :

$$PK = 9,3 : 1$$

$$D = 50 \text{ mm}$$

$$S = 55,6 \text{ mm}$$

$$V_s = 110 \text{ cc}$$

- a. Mencari nilai tinggi pengikisan silinder agar  $PK = 11 : 1$
- b. Mencari nilai tinggi pengikisan silinder agar  $PK = 13 : 1$

c. Mencari nilai tinggi pengikisan silinder agar  $PK = 15 : 1$

Mencari nilai volume ruang bakar ( $V_c$ )

$$PK = \frac{V_s + V_c}{V_c}$$

$$9,3 = \frac{110 + V_c}{V_c}$$

$$V_c = 13,25 \text{ cc}$$

a. Mencari tinggi pengikisan silinder agar  $PK$  menjadi  $11 : 1$

Mencari nilai volume ruang bakar yang dibuang =  $V_1$

$V_{c1}$  = Volume ruang bakar agar  $PK$  menjadi  $11 : 1$

$$PK = \frac{V_s + V_{c1}}{V_{c1}}$$

$$11 = \frac{110 + V_{c1}}{V_{c1}}$$

$$V_{c1} = 11 \text{ cc}$$

$$V_1 = V_c - V_{c1} = 13,25 - 11 = 2,25 \text{ cc} = 2250 \text{ mm}^3$$

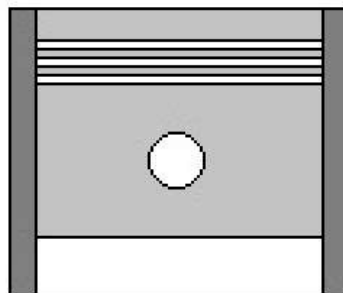
Mencari nilai tinggi pengikisan silinder ke - 1 =  $S_1$

$$V_1 = \frac{3,14 \times d^2 \times S_1}{4}$$

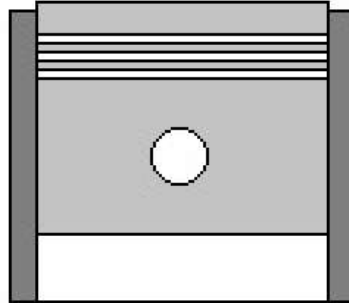
$$2250 = \frac{3,14 \times 50^2 \times S_1}{4}$$

$$S_1 = 1,14 \text{ mm}$$

Jadi, ketebalan pengikisan silinder agar perbandingan kompresi dari  $9,3 : 1$  menjadi  $11 : 1$  adalah setebal  $1,14 \text{ mm}$ .



Gambar 3.9 Posisi torak dengan perbandingan kompresi  $9,3 : 1$



Gambar 3.10 Posisi torak dengan perbandingan kompresi 11 : 1

- b. Mencari nilai tinggi pengikisan silinder agar PK menjadi 13 : 1

Mencari nilai volume ruang bakar yang dibuang =  $V_2$

$V_{c2}$  = Volume ruang bakar agar PK menjadi 13 : 1

$$PK = \frac{V_s + V_{c2}}{V_{c2}}$$

$$13 = \frac{110 + V_{c2}}{V_{c2}}$$

$$V_{c2} = 9,17 \text{ cc}$$

$$V_2 = V_{c1} - V_{c2} = 11 - 9,17 = 1,83 \text{ cc} = 1830 \text{ mm}^3$$

Mencari nilai tinggi pengikisan silinder ke - 1 =  $S_1$

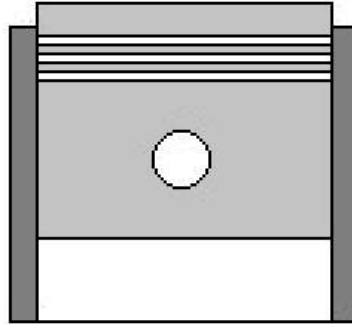
$$V_2 = \frac{3,14 \times d^2 \times S_2}{4}$$

$$1830 = \frac{3,14 \times 50^2 \times S_2}{4}$$

$$S_2 = 0,93 \text{ mm}$$

Jadi, ketebalan pengikisan silinder agar perbandingan kompresi dari 11 : 1 menjadi 13 : 1 adalah setebal 0,93 mm.





Gambar 3.11 Posisi torak dengan perbandingan kompresi 13 : 1

- c. Mencari nilai tinggi pengikisan silinder agar PK menjadi 15 : 1

Mencari nilai volume ruang bakar yang dibuang =  $V_3$

$V_{c3}$  = Volume ruang bakar agar PK menjadi 15 : 1

$$PK = \frac{V_s + V_{c3}}{V_{c3}}$$

$$15 = \frac{110 + V_{c2}}{V_{c2}}$$

$$V_{c3} = 7,86 \text{ cc}$$

$$V_2 = V_{c1} - V_{c2} = 9,17 - 7,86 = 1,31 \text{ cc} = 1310 \text{ mm}^3$$

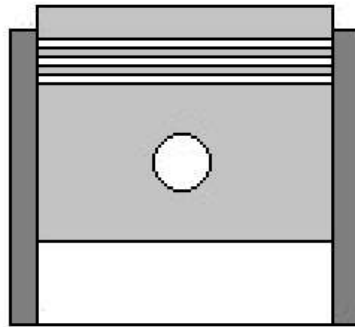
Mencari nilai tinggi pengikisan silinder ke - 3 =  $S_3$

$$V_3 = \frac{3,14 \times d^2 \times S_3}{4}$$

$$1310 = \frac{3,14 \times 50^2 \times S_3}{4}$$

$$S_3 = 0,67 \text{ mm}$$

Jadi, ketebalan pengikisan silinder agar perbandingan kompresi dari 13 : 1 menjadi 15 : 1 adalah setebal 0,67 mm.



Gambar 3.12 Posisi torak dengan perbandingan kompresi 15 : 1

Setelah silinder blok diskrap maka posisi atas piston tidak sejajar lagi dengan silindernya, melainkan posisi piston lebih maju dari silindernya. Dengan demikian piston akan masuk ke ruang bakar, sehingga volume ruang bakar mengecil dan volume silinder tetap yang mengakibatkan nilai perbandingan kompresi meningkat.

Langkah langkah proses perubahan kompresi :

1. Bubut bagian depan pada silinder blok mesin sesuai dengan ukuran yang sudah dihitung, seperti gambar 3.13



Bagian depan silinder blok

Gambar 3.13 Hasil silinder blok setelah proses pembubutan

2. Rakit semua komponen mesin seperti semula, posisikan torak pada titik mati atas (TMA), seperti gambar 3.14



Gambar 3.14 Posisi torak pada titik mati atas (TMA)

3. Olesi stempet pada bibir torak agar nanti pada waktu pengisian bahan bakar untuk menentukan perbandingan kompresi tidak bocor dan bahan bakar yang masuk tetap berada di volume ruang bakar mesin.
4. Pasang semua komponen mesin dan pastikan tidak ada yang bocor.
5. Siapkan buret berukuran 25 ml dan isi dengan bahan bakar yang sudah dicampur dengan oli supaya tidak menguap pada saat memasukkan bahan bakar ke volume ruang bakar mesin.
6. Masukkan bahan bakar yang dicampur dengan oli yang menggunakan buret ke dalam volume ruang bakar melalui lubang busi.
7. Setelah diketahui volume ruang bakar maka hasil pengukuran tersebut dimasukkan kedalam perhitungan perbandingan kompresi

### 3. Pengujian Konsumsi Bahan Bakar

#### ➤ Mesin sudah dikondisi perbandingan kompresi 11 : 1

1. Mengisi bahan bakar pada tabung bahan bakar sampai pas tanda garis yang ada pada tabung bahan bakar. Seperti pada gambar 3.15



Tanda garis atas

Gambar 3.15 Tabung Bahan Bakar

2. Hidupkan mesin selama kurang lebih 10 menit agar mesin berada pada kondisi kerja.
3. Hitung konsumsi bahan bakar dengan putaran mesin 800 rpm selama 60 detik.
4. Catat hasil konsumsi bahan bakar pada tabel
5. Ulangi pengujian 3 kali.
6. Hitung konsumsi bahan bakar dengan putaran mesin 1500 rpm selama 60 detik.
7. Catat hasil konsumsi bahan bakar pada tabel
8. Ulangi pengujian 3 kali.
9. Hitung konsumsi bahan bakar dengan putaran mesin 3000 rpm selama 60 detik.
10. Catat hasil konsumsi bahan bakar pada tabel
11. Ulangi pengujian 3 kali

➤ **Mesin sudah dikondisi perbandingan kompresi 13 : 1**

1. Mengisi bahan bakar pada tabung bahan bakar sampai pas tanda garis yang ada pada tabung bahan bakar. Seperti pada gambar 3.16



Tanda garis atas

Gambar 3.16 Tabung Bahan Bakar

2. Hidupkan mesin selama kurang lebih 10 menit agar mesin berada pada kondisi kerja.
3. Hitung konsumsi bahan bakar dengan putaran mesin 800 rpm selama 60 detik.
4. Catat hasil konsumsi bahan bakar pada tabel.
5. Ulangi pengujian 3 kali.
6. Hitung konsumsi bahan bakar dengan putaran mesin 1500 rpm selama 60 detik.
7. Catat hasil konsumsi bahan bakar pada tabel
8. Ulangi pengujian 3 kali.
9. Hitung konsumsi bahan bakar dengan putaran mesin 3000 rpm selama 60 detik.
10. Catat hasil konsumsi bahan bakar pada tabel.
11. Ulangi pengujian 3 kali

➤ **Mesin sudah dikondisi perbandingan kompresi 15 : 1**

1. Mengisi bahan bakar pada tabung bahan bakar sampai pas tanda garis yang ada pada tabung bahan bakar. Seperti pada gambar 3.17



Tanda garis atas

Gambar 3.17 Tabung Bahan Bakar

2. Hidupkan mesin selama kurang lebih 10 menit agar mesin berada pada kondisi kerja.
3. Hitung konsumsi bahan bakar dengan putaran mesin 800 rpm selama 60 detik.
4. Catat hasil konsumsi bahan bakar pada tabel.
5. Ulangi pengujian 3 kali.
6. Hitung konsumsi bahan bakar dengan putaran mesin 1500 rpm selama 60 detik.
7. Catat hasil konsumsi bahan bakar pada tabel
8. Ulangi pengujian 3 kali.
9. Hitung konsumsi bahan bakar dengan putaran mesin 3000 rpm selama 60 detik.
10. Catat hasil konsumsi bahan bakar pada tabel.
11. Ulangi pengujian 3 kali

#### 4. Teknik Pengambilan Data Penelitian

Tabel 3.1 Pengambilan data Penelitian

RPM	Konsumsi Bahan Bakar E -100			
	Volume Awal (ml)	Volume Akhir (ml)	Volume Konsumsi (ml)	Volume Konsumsi Rata – Rata (ml/menit)
800				
1500				
3000				

#### 5. Data Hasil Pengujian

Pengujian konsumsi bahan bakar menggunakan ethanol e-100 pada motor standar ini dilakukan sebagai acuan, tetapi motor standar tidak bisa melakukan pengujian, karena pada saat mesin dihidupkan jika putaran mesin di naikkan maka mesin akan mati dikarenakan ethanol memiliki angka oktan yang tinggi yaitu 108 sedangkan perbandingan kompresi motor uji terlalu rendah. dengan demikian terjadi pembakaran yang tidak sempurna. Maka dari itu, dengan tidak bisanya dilakukan pengujian pada motor standar, maka motor standar harus dilakukan peningkatan pada perbandingan rasio kompresi agar motor bisa melakukan uji konsumsi bahan bakar mengguakan bahan bakar ethanol e-100.

Tabel 3.2 Data variasi perbandingan kompresi 11 : 1 dan putaran mesin terhadap konsumsi bahan bakar.

RPM	Konsumsi Bahan Bakar E -100			
	Volume Awal (ml)	Volume Akhir (ml)	Volume Konsumsi (ml)	Volume Konsumsi Rata – Rata (ml / menit)
800	100	93,7	6,3	6,37
		93	7	
		94,2	5,8	
1500	100	88,2	11,8	11,83
		87,9	12,1	
		88,4	11,6	
3000	100	79,2	21,8	22,27
		79,5	21,5	
		76,5	23,5	

Tabel 3.3 Data variasi perbandingan kompresi 13 : 1 dan putaran mesin terhadap konsumsi bahan bakar.

RPM	Konsumsi Bahan Bakar E -100			
	Volume Awal (ml)	Volume Akhir (ml)	Volume Konsumsi (ml)	Volume Konsumsi Rata – Rata (ml / menit)
800	100	94,6	5,4	5,27
		94,7	5,3	
		94,9	5,1	
1500	100	88,4	11,6	11,67
		88,5	11,5	
		88,1	11,9	
3000	100	78,6	21,4	21,07
		78,7	21,3	
		79,5	20,5	



Tabel 3.4 Data variasi perbandingan kompresi 15 : 1 dan putaran mesin terhadap konsumsi bahan bakar.

RPM	Konsumsi Bahan Bakar E -100			
	Volume Awal (ml)	Volume Akhir (ml)	Volume Konsumsi (ml)	Volume Konsumsi Rata – Rata (ml / menit)
800	100	95,5	4,5	4,47
		95,6	4,4	
		95,5	4,5	
1500	100	91,3	8,7	8,97
		91,9	9,1	
		91,9	9,1	
3000	100	80,6	19,4	19,5
		80,1	19,9	
		80,8	19,2	